

## 面向河流健康的鳌江综合整治研究

胡长敏<sup>1</sup>,赵彦伟<sup>2</sup>,麻素挺<sup>1</sup>

(1. 温州市环境保护设计科学研究院,浙江 温州 325000;

2. 北京师范大学 环境学院 水环境模拟国家重点实验室,北京 100875)

**摘要:**河流健康问题引起广泛重视,依据健康河流的要求实施综合整治,具有重要实践意义。分析了河流健康理念对河流综合整治的启示,从水质、水文与水生态3个方面,探讨了鳌江生态退化的驱动机制,并从流域及河流廊道两个尺度提出了鳌江综合整治的对策与方案。

**关键词:**河流健康;鳌江;综合整治

**中图分类号:**X522;X171.4

**文献标识码:**A

**文章编号:**1005-3409(2007)05-0225-03

## Health-oriented Comprehensive Management on Ao'jiang River

HU Chang-min<sup>1</sup>, ZHAO Yan-wei<sup>2</sup>, MA Su-ting<sup>1</sup>

(1. Environmental Protection Science Research Institute, Wenzhou, Zhejiang 325000, China;

2. School of Environment, State Key Laboratory of Water Environmental Simulation,

Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

**Abstract:** Intensive attention has been paid on the issue of river health, and to implement integrative treatment possesses great significance in practice, in terms of the requirements of healthy river. The inspiration of river health to integrative river treatment is introduced, and the driving mechanism of Ao'jiang river's ecological degradation is discussed from three aspects, including water quality, hydrology and aquatic ecosystem, then the intensive treatment measures and schemes of Ao'jiang river are put forward, in watershed and river corridor scale.

**Key words:** river health; Ao'jiang River; integrative treatment

### 1 引言

河流及其生态系统具有供水、消纳污染、水生生物保护、调节气候、景观娱乐等多项生态服务功能,是人类及社会经济系统发展的重要物质载体。但城市化、工业化的发展对河流生态系统健康造成了极大的威胁,污染排放、筑坝、取水及防洪工程建设造成了河流生态系统的全面退化<sup>[1,2]</sup>。河流健康问题引起重视,成为各级政府与学术机构的研究热点<sup>[3]</sup>。1993年与1994年,澳大利亚与南非分别开展了河流健康计划,对其国家河流健康状况实施整体评价,我国的黄河与长江水利委员会也于近年提出了“维持黄河健康生命”<sup>[4]</sup>与“健康长江”的概念,有关维持河流健康的实践广为开展。鳌江横贯于浙江省温州市的南部,是浙江省八大独流入海水系之一。其主流发源于文成县桂山乡狮子岩附近的吴地山麓,干流全长92.47 km,流域面积1 521.49 km<sup>2</sup>,是温州苍南、平阳两县的重要水源。但在近年不合理开发利用及污染排放的协同影响下,鳌江水质急剧下降,水生态状况恶化加剧。1998年,鳌江受到国家环保总局监察部的点名批评,也因此成为浙江省2004~2007年“811”环境整治行动的优先实施

对象。本文结合健康河流的目标及要求,从河流健康角度分析了鳌江生态退化的驱动机制,并提出综合整治对策,为恢复健康的鳌江提供科学依据。

### 2 河流健康理念对河流综合整治的启示

对健康这一医学术语可否应用于河流生态系统的问题,存在着许多争议,但由于此概念易被公众和管理机构理解,易于说明河流生态退化的严峻形势,从而得到认可。目前,对于河流健康的内涵存在一些争议,一些学者将河流生态系统完整性作为河流健康,认为未受人类干扰前的河流是健康的河流。但这种理解对河流的保护、综合整治与管理带来困难,因为在当前状况下,不存在不受任何人类干扰的河流。另外一些学者从生态功能与人类福利两方面来定义河流健康,健康河流不但要保持生态学意义上的完整性,还应强调对人类的供水、生物保护与消纳污染物等生态服务功能的发挥<sup>[5]</sup>。这一种理解将河流生态与人类发展协调起来,在河流的开发利用与整治保护之间取得一种平衡,是目前公认的概念,对河流的综合整治具有重要的操作意义,它表明河流的综合整治不是使河流恢复到自然状态,而是采取相应的管理

收稿日期:2006-11-26

基金项目:国家自然科学基金项目(50509002);温州市科技局项目(R2005A21)

作者简介:胡长敏(1972—),女,黑龙江哈尔滨人,硕士,主要从事环境影响评价、规划与管理研究。

通讯作者:赵彦伟(1974—),男,讲师,主要从事河流生态系统健康与修复、城市水生态规划研究。

与工程措施,遏制河流生态退化趋势,使河流生态状况逐步好转,趋近于健康状态。这种认识与澳大利亚的“健康工作河流”的概念具有一致性<sup>[6]</sup>。

具体而言,健康的河流生态系统应满足以下几个方面的要求:①水质是流域社会生产、生活及生物生存的根本保障,健康河流的水质应满足流域发展与生物生存的基本要求;②水文状况是河流的重要属性,健康的河流不应因水资源的开发利用而使流量、流速等不能满足河流生态系统运行需求,也就是说,水资源不应过量开采利用或者人为增加流量,而破坏生物栖息与生存环境;③水生生物的多样性、水生生态完整性不致河流的开发受到不可逆转破坏,河流廊道未受到严重的干扰,导致其维持生物多样性、抵抗侵蚀与渗透、营养过滤与吸引、物质与能量交换功能的丧失<sup>[7]</sup>。

同时,流域不合理社会经济活动与生产生活方式是造成河流生态状况恶化的最根本驱动力,流域内的社会生活、工业企业及农业生产的污染排放、水土流失等对河流健康状况造成重大的影响,流域内环境政策、产业类型与布局、居民的环保意识等也直接影响河流的健康状态,河流生态系统的健康与流域生态状况密切相关。换言之,健康的河流首先要有健康的流域社会发展模式与行为方式。

以上分析表明,河流的综合整治应结合其生态退化现状与趋势,在明确河流生态退化制约因子的基础上,分步骤、分阶段稳步实施,在遏制河流生态恶化趋势的前提下,逐步恢复河流健康状态。综合整治的范围不应只局限于河流廊道本身,首先要着眼于流域尺度,发布有关环境友好的政策与法规,实施严格的流域环境管理,合理规范流域开发强度与规模,科学调整流域生产、生活布局。在此基础上,对河流廊道本体的水质恶化、人为干扰造成的水文变化与水生态退化实施有效的治理、改造、修复与管理措施,实现整个河流、流域生态系统的良性循环与发展。

### 3 鳌江生态退化的驱动机制分析

#### 3.1 水质变化分析

水质是河流生态系统的最基本组成要素,水质的变化会引起河流生态系统的生物种群变化,使群落结构趋于简单,小型浮游生物增加,最终导致食物链变短,生物多样性指数下降,生态系统稳定性降低,生态服务功能衰退,从而直接或间接地对人群健康造成危害。1992年前,鳌江水质尚好,基本满足Ⅱ类水质要求,但近年来,来自于城镇生活、工业企业、农业生产的各类污染对鳌江水环境质量造成巨大的影响。目前,流域工业废水达标排放率不足30%,生活污水集中处理设施建设严重滞后,流域范围内仅有一个6万t/d规模的昆鳌污水处理厂外(服务于昆阳、鳌江两镇),且排水管网系统尚不完善,难以全负荷运行,同时还有未加控制的农业生产与畜禽养殖污染。据统计与计算①,②,2005年鳌江流域COD<sub>Cr</sub>与NH<sub>4</sub>-N排放量分别达72 687.46 t/a, 5 907.08 t/a,而鳌江这两类污染物的环境容量仅为4 512.2 t/a, 262.1 t/a,水环境容量利用率高达1 600%, 2 200%,导致鳌江水质全面降为劣Ⅴ类,入海口附近的江屿断面平均污染指数达3.30~8.88,呈严重污染程度。受水头等镇制

革废水排放影响,鳌江底质状况不容乐观,下游各断面均存在着重金属超标现象,入海的江屿断面底泥中总铬超标最为严重。整体而言,受水质污染的影响,鳌江已经完全丧失了饮用、灌溉、养殖功能,鳌江的综合整治必须从控制污染、改善水质着手。

#### 3.2 水文变化分析

水流是控制河流自然特征与生态过程的主要环境因子,河流水文流态的变化对河流的影响具有整体性与累积性的特征,包括对水生生物、植被带及整个河湖系统及地下水系统都有明显的影响<sup>[8]</sup>。鳌江属山溪性河流,多年平均流量为16.87 m<sup>3</sup>/s,且径流在年内分配很不均匀,在4~6月梅雨季节和7~9月台风季节的径流量约占全年总量的70%以上。且近年上游饮水工程、水电站建设项目及中游工业用水的增加,使干流水量日益减少,75%水文保证率下江屿断面流量仅有3 m<sup>3</sup>/s,与历史记录相比,流速与水文节律有较大幅度变化。这种变化直接导致鳌江用于净化污水的水量不足,加剧水污染,减少洪水漫堤的几率,引起河缘湿地和河岸带的物种密度、生产力和物种组成的适应变化。而鳌江水生生物栖息与产卵所需要的水深、流速与水位涨落刺激改变,对水生生物种群的生存造成影响。更重要的是,这种变化影响到鳌江的冲淤平衡,高重金属含量的富污超标底泥在河道内大量堆积,成为水质恶化的根本原因,并具有长期不利生态效应。

#### 3.3 水生生态变化分析

水生生物可全面说明水体污染的危害程度,综合反映鳌江所受各类干扰、各类污染物协同和拮抗作用对其健康状态的综合影响。在水质恶化、水文流态变化及其它干扰的影响下,除上游部分支流有少量草鱼养殖以及入海口处螺蛳、泥鳅养殖外,鳌江自埭头断面以下,以往常见的沙塘鳢、麦穗鱼等基本绝迹。底栖生物是水生态系统的次级生态者,对能流调节具有重要作用。据对底栖动物的初步监测,敏感种已经基本为耐污种代替,寡毛类的数量占到96%以上,而软体及其它底栖动物趋近消失,仅在中游断面以上才能采集到少量摇蚊幼虫,高耐污的霍甫水丝蚓、中华颤蚓成为下游河段的常见种。自中游以下,河流及河缘内侧已经监测不到菱角、浮萍、荻、芦苇、菹蒲和芋等沉水与挺水植物生存,河缘外侧受水流影响较小之处,仅有部分羊蹄、水芹、水蓼、萤蔺、牛毛毡、水花生等湿生杂草存活,河岸植被带也因水利工程建设、人为采伐及流态变化影响,受到严重破坏,且物种组成简单,年龄结构单一,过滤与缓冲功能下降。总体上看,鳌江河流生态系统已经受到破坏,自然分解者的功能严重丧失,过量的污染物质难以分解,生态系统偏离平衡状态,调节能力与恢复能力下降,鳌江中下游以下江段,已经丧失基本生态服务功能。

### 4 鳌江综合整治对策

以上分析表明,鳌江受到流域范围的污染排放、水资源开采、人为建设破坏等各种直接或间接、潜在或显在不利影响,各类影响的累积效应使得鳌江生态系统明显退化,而各类影响中,最为显著的是流域内的生活与工农业生产活动,鳌江的综合整治应以此为切入点。在此基础上,对底泥生态整治、上游水电站下泄生态流量、河流与河岸带生态建设进行规范。

#### 4.1 流域尺度上的综合整治对策

(1)合理优化经济发展模式。平阳县水头镇、腾蛟镇及南雁镇的制革业与苍南县的褪色、印刷、电镀、食品行业是鳌江流域的支柱产业,也是主要的污染源。据计算,仅平阳县水头镇,制革污水排放量即可达流域生产与生活污水排放总量的73.9%,鳌江综合整治的关键在于这些污染企业的生态化转型与改造。应通过环境友好的财税政策,如税收减免、财政补贴等手段,辅之以有效的行政管理手段,依托当地充足的原材料、加工配件、技术工人及庞大的销售网络,实现平阳县水头等镇规模较大的皮革加工向皮件加工业的转型,形成新的产业支撑与增长点。对苍南工艺设备落后、污染严重的小型造纸、印刷企业实行“关停转”政策,发展电器制造、服装加工、制鞋与玩具加工等清洁产业。同时,依据当地农业资源条件相对优越的特点,遵循“产业共生”、“要素耦合”、“整体循环”、“综合利用”和“产业生态链”的思想,按照能量多级传递和物质循环的生态原理,因地制宜地发展生态家园、立体种养、农林牧渔结合循环型等生态农业与有机农业发展模式。通过以上措施,在流域范围内建立节水、清洁的产业体系,建立良性循环的流域生态经济系统。

(2)有效控制工业与生活污染。在完善污水收集管网,稳定昆鳌污水处理厂出水水质的基础上,加快城镇污水处理设施建设,到2010年,建成萧江、南雁、龙港、灵溪等污水处理厂,流域内城镇生活污水处理率要达到70%以上。对流域内的农村地区,根据当地气候温暖、温度条件适宜,小型湖泊与坑塘、沟渠及沼泽湿地较多的特点,可因地制宜,建设稳定塘或人工湿地系统,也可利用地形改建成无动力、阶梯式多级污水处理系统,充分发挥自然净化能力,实现生活污水的生态化处理。

工业污染治理的重点集中在部分区域。对水头镇、腾蛟镇及南雁镇的制革业,应依据环境容量要求,确定产业发展规模,合理安排转鼓数量。并依据循环经济与清洁生产的要求,积极对制革基地进行全面的生态化改造,完善基地厂房、道路、管网等设施,改善基地硬件设施,整个基地实现雨污分流,并严格实施铬水分离,避免影响污水处理效果。在优化现有处理工艺,完善现有7.5万t/d处理规模的基础上,稳步加强氨氮深度处理能力,满足达标排放要求。同时,建设无害化的污泥填埋或焚烧厂,积极探索污泥再利用渠道,严格控制污泥向河流的直接排放,避免二次污染的发生。对流域内的其它中小型企业,在合理转型的前提下,加强监督与管理,实施分区整合,加强联片集中处理。

(3)积极防治非点源污染。加强鳌江流域内水土保持林与水源保护林工程建设,提高森林植被覆盖率,并通过实施农田施肥结构调整、农田养分管理、保护性耕作、作物轮种、灌溉系统管理、土地整平等等高耕作、建设植被缓冲带、改造农田退水滞留塘等措施,减轻农业生产与水土流失造成的非点源污染。

按照鳌江流域水环境功能分区要求,划定畜禽养殖禁养区、限养区与非禁养区,在禁养区、限养区内不得新建、改建、扩建各类畜禽养殖场,现有各类养殖场要逐步落实关、停、

转、迁。对非禁养区的规模化养殖场,贯彻污水减量化,畜禽粪便资源化思想,配备先进的养殖设施,采用节水型饮水设施,实施定时限量供水,选择合理的清粪方法,实现干湿粪便分离,降低污水排放量。并以沼气为纽带,建立养殖、种植、废物资源化一体化的生态养殖模式。

#### 4.2 河流廊道尺度上的综合整治对策

(1)河流生态流量的规范。在进一步研究的基础上,对上游顺溪、南雁等水库的运行调度进行统一管理,综合考虑社会生产、社会生活与河流生态系统的用水需求,合理规定汛期、非汛期等不同水文条件下的下泄流量,合理、适度开采流域内较为丰富的地下水资源,控制河流水资源的开采利用水平,维持河流生态系统结构稳定与功能的正常发挥。

(2)底泥的疏浚与利用。对一些水体而言,当外来污染源存在时,底泥中污染物质只是在某个季节或时期会对水体污染发挥比较显著作用。当外来源切断或水体动力条件发生变化时,会导致底泥中污染物的释放,对水体造成污染。根据实地调查,鳌江下游高污染富集底泥可达0.5m深,是水质与水生态恶化的一个重要原因。可采用洪水期加大水电站下泄流量的方式,或者利用特殊的环境疏浚设备,移走、清除河流水体中的污染底泥,为河流生态系统的恢复创造条件。清出的淤泥可用于林地投放、绿地施用、河岸外侧加固,在对底泥中污染成分进行科学监测分析的基础上,甚至可用于农业生产,实现资源化利用<sup>[9]</sup>。

(3)河流系统的生态重建。水生植物大多对污染物有吸收、降解、吸附、过滤等作用,可抑制有害菌类的生长,还能减小水流扰动,减少水体底层污染物质的溶出,恢复水生植被是增强水体自然净化能力、营造水生态的一条重要途径。在鳌江流域内的生产与生活等外来污染得到有效控制的前提下,应依据系统生态学与群落生态学理论,以本地特有的乡土物种为核心,重新设计建设能够稳定生态系统的河缘带与河岸带植物系统,建设以芦苇、菖蒲等水生植被为中心的水体良性生态系统。

在广泛调查的基础上,对河流廊道两侧的土地利用类型实施调整,拓宽河岸管理区宽度,被农业生产与城市建设侵占的河岸带要逐步恢复,尽可能减少因交通、水利工程等基础设施建设而造成的间断,增加廊道物理结构上的连通性。原则上,干流的河岸管理带宽度应达20~30m(每岸)。对走向笔直、断面形式单一、以浆砌、干砌块石护坡等为主的城区河段,应有步骤、有重点地选用装石木笼、铁丝笼、编篱、铺石与抛石、水生植物等生态与自然护岸,加强水体同岸堤的交换能力,提供生物生长基质,强化自然净化功能,重建水体同陆地生态系统的联系,恢复河流廊道的生态及景观功能。

考虑水生生物的生存需求,加强鳌江流域水系的鱼类洄游通道建设,通过在一些河床植石、浮石等,或人为放置生物生长介质,保护与恢复河道内栖息地,结合水文流态的规范,恢复河漫滩结构完整性,促进浅滩与边滩的发育,保护入海口沙洲景观,为生物营造栖息环境,使鳌江成为生物多样性的表达场所。

(下转第231页)

“两杏一果”(山杏、仁用杏、苹果)为主的经果林产业以来,年产量达1 434万kg,实现年产值1 380万元<sup>[9]</sup>。应进一步加强林产品生产、加工、销售一条龙,实现农工贸一体化经营,推动了区域农业产业化发展,为退耕还林政策的顺利实施以及科学合理调整农业产业结构提供了新的思路和实践依据。

#### 4.2.3 大力发展畜牧业

干旱带农业应大力发展种草养畜业,畜牧业是加速农业产业化调整升级的中轴产业<sup>[10]</sup>。集中发展舍饲项目,进行集约化,企业化经营;在草场资源丰富的地方,可大力发展草业饲料专业生产基地,实行草畜分离,优化资源配置,大力发展生态畜牧业,最终实现区域间草畜联合经营。发挥产业耦合效应,使生态农业、林果业和草地畜牧业之间优势互补,资源充分利用,减少市场风险。

#### 4.3 改善基础设施,大力发展第三产业

退耕工程的实施为第三产业的发展带来了新的机遇,畜牧业、养殖业及林产品加工业等将成为新兴产业。应积极推动奶站、兽医站、种子站、农药站等的建立和完善,为畜牧业、林果业、养殖业的发展提供后方的支持;发展特色旅游产品,扩大旅游市场促销,积极开拓国内外旅游市场信息,加强与周边地市旅游景区的协作与对接,形成跨区域旅游网络;运用现代经营方式和服务技术,着重改造提高商贸流通业,积极发展保险,房地产等新兴产业。

#### 4.4 大力发展乡镇企业,培育替代产业

乡镇企业应该成为带动地方经济发展的龙头,可以与外界企业形成互动关系,延长生态产业链,将特色农业基地建设,支柱产业形成及龙头企业发展结合起来,大力发展绿色食品加工业,以工促农,以农促工,在扩展农产品市场出路的同时,转移部分农业劳动力,有效地提高农产品的增加值。

此外,各级政府要帮助农民建设中小型农业基础设施,

建立和完善农产品市场体系,加大科技投入力度,促进科技成果的转化;增强对农业结构调整的信贷支持力度;建立健全土地流转机制,搞活土地使用权;从财政、信贷、税收以及技术等方面支持龙头企业,推进企业为产业化经营。提高农民的市场应变能力,充分发挥农民在结构调整中的主体作用。把生态建设与经济增收有机结合起来,努力实现生态效益、社会效益与经济效益的有机结合。

#### 参考文献:

- [1] 朱洪波. 退耕还林还草政策目标效应的分析与评价研究[D]. 乌鲁木齐:新疆农业大学,2004.
- [2] 刘小鹏. 区域经济分析与规划研究[M]. 银川:宁夏人民出版社,2004.
- [3] 翁才银. 农村经济与产业发展的灰色关联度分析[J]. 经济研究,2003,19(1):70-73.
- [4] 张沁文,王学萌,袁宏声. 农村经济灰色系统分析——模型、方法、应用[M]. 北京:学术期刊出版社,1989.
- [5] 邓聚龙. 灰色系统理论武汉[M]. 武汉:华中理工大学出版社,1990.
- [6] 许显滨,冯振,矫江,等. 农牧交错带农业可持续发展模式的研究[J]. 黑龙江农业科学,1998,13(4):17-20.
- [7] 甘超华,马礼,南秋菊. 北方农牧交错带退耕还林还草经济政策优化调控[J]. 地域研究与开发,2005,24(4):66-69.
- [8] 邢延毓. 农牧结合生态工程的基本理论与实践[J]. 应用生态学报,1996,(7):117-120.
- [9] 米文宝,宋乃平,李陇堂,等. 宁夏西海固贫困少数民族地区可持续发展研究[M]. 西安地图出版社,2001.
- [10] 王正升. 对海原县退耕还林与还草的再认识[J]. 宁夏农林科技,2005,(5):29-31.

(上接第227页)

## 5 结论

河流健康是一个重要的动态管理目标,健康的河流要求在河流的开发利用与整治保护之间取得一种平衡,面向河流健康的综合整治要求在明确河流生态退化制约因子的基础上,逐步恢复河流健康状态,整治的范围应包括河流廊道本身与流域两个尺度。

受生活与工业污染、水资源不合理利用、人为建设破坏等的累积影响,鉴江水质恶化加剧,呈严重污染等级,河流生态流量缺乏现象突出,河流廊道连通性降低,河流生态系统遭受破坏,生态服务功能基本丧失,需采取综合措施实施治理。

在流域尺度上,鉴江综合整治的重点是优化社会经济发展模式,有效控制生活、工业及非点源污染;在河流廊道尺度上,应结合水电站的统一联合调度,恢复生态流量,加强底泥的疏浚与利用,并实施以恢复植被带为核心的生态系统重建。两个尺度上的措施有机统一,互相结合,才能保证逐步实现鉴江河流生态系统的健康。

#### 参考文献:

- [1] National Research Council Committee on Restoration

of Aquatic Ecosystems. Restoration of Aquatic Ecosystems [M]. Washington, DC: National Academy Press,1992,552.

- [2] 房春英,刘广纯,田春,等. 浅析河流污染的生物监测及指标生物[J]. 水土保持研究,2005,12(2):151-153.
- [3] 赵彦伟,杨志峰. 河流健康:概念、评价方法与方向[J]. 地理科学,2005,25(1):119-124.
- [4] 刘晓燕,孙扬波. 维持黄河健康生命初探[J]. 自然资源学报,2005,20(1):113-117.
- [5] 赵彦伟,杨志峰. 城市河流生态系统健康评价初探[J]. 水科学进展,2005,16(3):349-355.
- [6] 董哲仁. 河流健康的内涵[J]. 中国水利,2005,(4):15-18.
- [7] 邓红兵,王青春,王庆礼,等. 河岸植被缓冲带与河岸带管理[J]. 应用生态学报,2003,23(1):53-56.
- [8] Heicher D W. Instream flow needs:biological literature review [M]. Susquehanna River basin Commission Publication,1993. 37.
- [9] 朱广伟,陈英旭,王凤平,等. 景观水体疏浚底泥的农业利用研究[J]. 应用生态学报,2002,13(3):335-339.